

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-038426

(43)Date of publication of application : 24.02.1986

(51)Int.Cl.

G01H 17/00  
G01M 19/00

(21)Application number : 59-158893 (71)Applicant : JAPAN TOBACCO INC

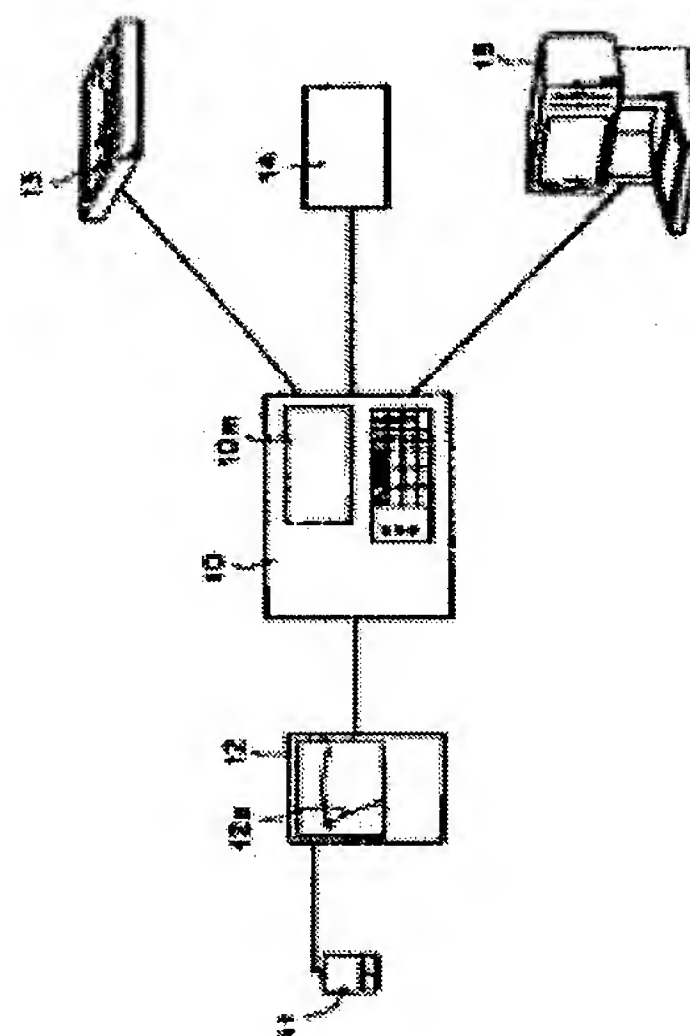
(22)Date of filing : 31.07.1984 (72)Inventor : ISHIMARU NAOYUKI  
YASUI YASUKIMI  
IIDA YOSHIYA

## (54) APPARATUS FOR DIAGNOSIS OF ABNORMALITY OF MACHINERY

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To contrive to enhance capacity, by judging abnormal content by comparing the measuring pattern, which was obtained by detecting data having predetermined frequency and equal to and more than a predetermined level from vibration data, with a prepared abnormal pattern.

**CONSTITUTION:** The signal corresponding to generated vibration is inputted to an apparatus 10 through a vibration pick-up 11 and a vibrometer 12 to be stored in a memory apparatus while frequency analysis is performed to obtain power spectra. Next, a spectrum having predetermined frequency and equal to or more than a predetermined level is detected from the power spectra and compared with the preliminarily stored abnormal pattern corresponding to plural abnormal items and a master pattern to judge the presence or absence of abnormality and an abnormal item. By this method, processed data are reduced to a large extent and the titled apparatus can be made portable by using a small computer and can be availably utilized in the development and maintenance control of machine equipment.



## ⑫ 公開特許公報(A)

昭61-38426

⑤Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

④公開 昭和61年(1986)2月24日

G 01 H 17/00

7359-2G

G 01 M 19/00

6611-2G

審査請求 有 発明の数 1 (全11頁)

⑥発明の名称 機械設備異常診断装置

②特 願 昭59-158893

②出 願 昭59(1984)7月31日

⑦発明者 石丸 直之 平塚市黒部丘1-31 日本専売公社平塚製造試験場内  
⑦発明者 安井 保王 平塚市黒部丘1-31 日本専売公社平塚製造試験場内  
⑦発明者 飯田 佳也 福岡市中央区大名2の10の10 日本専売公社九州支社内  
⑦出願人 日本たばこ産業株式会社 東京都港区虎ノ門2丁目2番1号  
⑦代理人 日本専売公社 研究開発部長

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

機械設備異常診断装置

## 2. 特許請求の範囲

機械設備からピックアップして得た振動データを周波数分析してパワースペクトルを得る周波数分析手段と、該周波数分析手段により得たパワースペクトルから予め定めた周波数のもので予め定めたレベルを越えるものを検出して測定パターンを形成する測定パターン形成手段と、機械設備の複数の異常項目にそれぞれ対応する異常パターンを予め記憶している第1のメモリ手段と、前記異常項目にそれぞれ対応するマスクパターンを予め記憶している第2のメモリ手段と、前記測定パターンを前記第2のメモリ手段からの特定の異常項目についてのマスクパターンによりマスクするマスク手段と、該マスク手段によってマスクされた測定パターンと前記第1のメモリ手段からの前記特定の異常項目についての異常パターンとを比較する比較手段とを備え、前記比較手段における比

較結果により前記特定の異常項目についての異常の有無を判定することを特徴とする機械設備異常診断装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔発明の利用分野〕

本発明は、産業用機械設備の異常を診断するための機械設備異常診断装置に関するものである。

産業用機械設備は、その製品開発、出荷検査、設置検査さらに保守管理とそれぞれの段階で振動を測定することにより、より優れた機械をより良い状態で運転させることができる。

特に最近の機械の大形化、精巧化と共に機械の保守管理は重要になってきている。常日頃から機械の状態管理を行い、異常が現われたらその初期にいち早くこれを検知し、全体への影響が一番少ない時期に停止・修理を行う必要がある。そこで、省資源・コスト低減のための道具としての設備異常診断装置が要望されている。

## 〔従来の技術とその解決すべき問題点〕

従来のこの種の装置としてポータブルタイプの

小型のものと、大型コンピュータを用いた大型のものがある。前者は、診断すべき機械設備から振動ピックアップにより得た信号を低・中・高域フィルタを用いて各成分に分割し、各成分の時間的レベル変化を観察することにより、機械設備の正常、異常の別を診断するものであるが、異常が何に原因するか判断は機械設備の人手による点検が行われなければ得られないという問題がある。

一方、後者は、ピックアップにより得られる振動信号を広い周波数範囲に亘って周波数分析して各周波数におけるスペクトラムを得、このスペクトラムの全体の形状を予め用意したスペクトル波形と比較し、この結果得られる比較結果により複数の異常原因を確率で表わし異常原因をおおよそ判定できるようになっている。この装置は据置いて学術的な研究を行うためのものとしては有効であるかも知れないが、現場における異常診断にとって必要な十分な判定を行うことができないだけでなく、高精度、広範囲の分析を行っているため大型となってしまうと持ち歩くことができない

とを備え、前記比較手段6における比較結果により前記特定の異常項目についての異常の有無を判定する機械設備異常診断装置によってなされる。

#### 〔作用〕

予め定めた周波数のレベルが予め定めたレベル以上であるか否かにより振動の測定結果をパターン化して得、この測定パターンを予め用意してある異常項目毎の異常パターンと対比することにより、異常の有無と異常の項目を判定するようにしている。また上記測定パターンと異常パターンの対比に当って、特定の異常の判定に無関係な周波数に対応するパターン部分を、異常項目に対応して予め用意してあるマスクパターンによりマスクしている。

以上のように着目周波数という考え方の導入により処理データ数を大幅に減すことができ、メモリ容量が少ない低速で小型のコンピュータを用いて本発明による装置を実現することができ、しかも実現された装置は異常項目までも指示することができる。

いという問題がある。

#### 〔問題点を解決するための手段〕

本発明は、上記問題点を解消した機械設備異常診断装置を提供するもので、その手段は、第1図に示すように、機械設備からピックアップして得た振動データを周波数分析してパワースペクトルを得る周波数分析手段1と、該周波数分析手段1により得たパワースペクトルから予め定めた周波数のもので予め定めたレベルを越えるものを検出して測定パターンを形成する測定パターン形成手段2と、機械設備の複数の異常項目にそれぞれ対応する異常パターンを予め記憶している第1のメモリ手段3と、前記異常項目にそれぞれ対応するマスクパターンを予め記憶している第2のメモリ手段4と、前記測定パターンを前記第2のメモリ手段4からの特定の異常項目についてのマスクパターンによりマスクするマスク手段5と、該マスク手段5によってマスクされた測定パターンと前記第1のメモリ手段3からの前記特定の異常項目についての異常パターンとを比較する比較手段6

#### 〔実施例〕

以下、図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。

第2図は本発明による異常診断装置10を用いたシステムの構成を示す図であり、振動ピックアップ11によって発生される振動に応じた振動信号は、振動計12に印加され、ここで振動の加速度（又は変位、速度）の振幅を表わす信号に変換されて装置10に入力されると共に、その大きさが指針12aの振れによって指示される。装置10にはペンレコーダ13、例えば診断中の機械設備を制御するシーケンサ14、及びパーソナルコンピュータ15が接続されている。

装置10は携帯し易いようにアタッシュケース状に作られ、ケース蓋をあけたときの正面パネル面を第3図に示す。図中10aは電源スイッチ、10bは入力信号レンジ切換スイッチ、10cはアナログ出力波形切換スイッチ、10dはローパスフィルタ接離スイッチ、10eは包絡線フィルタ接離スイッチ、10fはバッテリーチェックス

イッチ、10gはデジタル出力伝送速度調整ツマミ、10hはAC100V電源入力端子、10i及び10jはアナログ信号入力及び出力端子、10kはデジタル信号入出力端子、10lはシリアルデータ出力端子であり、アナログ信号入力端子10iには振動計12が、アナログ信号出力端子10jにはペンレコーダ13が、シリアルデータ出力端子10lにはパーソナルコンピュータ15がそれぞれ接続される。10mは32文字×4行の表示を行うドットマトリックス液晶表示器(LCD)、10nはファンクションキー、テンキーを有するキーユニット(KU)であり、キーユニット10nには、1～8の符号をそれぞれ付された、演算中、異常、CPU異常、ローバス、包絡線、入力±2.5V、出力0～5V、バッテリー交換を指示するインジケータが設けられている。

上記正面パネル面の裏側のケース内には、第4図にブロック図で示す電気回路が内蔵されている。図において、100は所定のプログラムに従って各種の仕事を行うセントラルプロセッサユニット

(CPU)、102はCPU102で所定の仕事を行わせるプログラムを記憶しているリードオンリーメモリ(ROM)と、外部から入力されるデータや仕事の過程或いは結果発生するデータを一時的に記憶するランダムアクセスメモリ(RAM)とからなるメモリ装置(MU)、104は特定の演算を専用に行う関数演算ユニット(APU)、106はキーインターフェイス、108はデジタル入出力回路(DIO)、110はアナログデジタルコンバータ(ADC)、112はデジタルアナログコンバータ(DAC)、114は並列-直列データ変換回路(PSC)、116はアイソレータ、118はローパスフィルタ、包絡線フィルタからなるフィルタユニット、120は上記部分100～114間に設けられ、これらの間でアドレス信号、データ信号、コントロール信号の授受を行うバスである。

以上のような構成により、装置10は第5図のゼネラルフローチャート図に示されるようにプログラムされた処理手順によって機械設備の異常診

断を行う。

プログラムがスタートすると、まず振動計12からアナログ信号入力端子10iに入力される第6図(a)に示されるような波形の例えば加速度信号に基づいて振動の測定を行う。アナログ信号入力端子10iに入力された加速度信号は例えば3KHzのサンプリング周波数で標本化され、標本化されたサンプル値はADC110において12ビットのデータに量子化される。この結果得られる振動データはメモリ装置102のRAM中に順番に記憶される。

次に、この記憶した振動データについて周波数分析を行う。この周波数分析は、時間的に変化している信号が複数の規則正しい繰り返し信号の合成で成り立っているという原理を用い、それらの繰り返し信号の基本振動数と寄与の大きさ、すなわちパワースペクトルを求めるためのもので、これにより、

$$\begin{aligned} F(\omega) &= \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-j\omega t} dt \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} f(t) (\cos \omega t - j \sin \omega t) dt \end{aligned}$$

なるフーリエ変換を高速で処理するFFTを行うことによって第6図(b)に示すようなパワースペクトルが得られる。

続くステップでは、FFTによる結果からピークを持つ周波数の自動的な検出が行われる。このための方法は、微分値を求め、微分値が所定値以上でかつその符号が十から一へ反転する場所をピーク周波数とするものでよい。

その後のステップでは、試験で求められた異常パターンを判定することのできる周波数と定義される着目周波数に合うピーク周波数の検出が行われる。この着目周波数に合うピーク周波数の検出は、ピーク周波数 $f_n$ が着目周波数 $f_0$ ±検出幅 $\Delta f$ 内にあるかどうかにより行われ、その結果を第6図(c)に○印を付して示す。

続くステップでは、ピーク値の判定により異常の判定が行われる。このステップは、ピーク値が異常レベルを越えているかどうかを判定するもので、異常レベルは正常レベルの $n$ 倍( $n$ は実験的に求める)であるとして定められる。第6図(c)に



示した着目周波数における異常レベルと該異常レベルを越えた着目周波数を第6図(d)に◎印を付して示し、これが測定パターンである。

次に、上記異常の判定結果としての測定パターンに基づいて異常項目の決定がパターン判定により行われる。この異常項の決定は、異常周波数の組み合わせが予め実験的に求められて用意された異常パターンテーブルに示されているどのパターンに合致しているかを判定することにより行われる。

上述した異常診断装置10が回転機構の異常を診断するためのものであるとすると、メモリ装置102のRAMには、上記異常パターンテーブルとして、第7図及び第8図にそれぞれ示す据付異常及び軸受異常についてのものが用意される。

回転機構の場合、図示のように21個の着目周波数が設定され、 $f_0$ は回転機構の回転数による固有振動数、 $Z$ は回転機構の転動体の個数、 $f_c$ 、 $f_b$ 、 $f_i$ は下式で示されるものである。

$$f_c = \frac{1}{2} f_0 \left( 1 - \frac{D_1}{D_2} \cos \alpha \right)$$

を測定し、測定により求めた1024個のサンプリング振動データを取り込む。次に取り込んだデータについて周波数分析を行う。この周波数分析の終に6回終わったかどうかを判定し、この判定がYESとなるまで以上の動作を繰返す。判定がYESとなると、次に6回の周波数分析の結果を加算して平均を求める。その後、着目周波数に合う測定周波数の平均レベルを取り込む。これは1つの測定周波数が21個の着目周波数と合致しているかを調べ、合ったらそのレベルを取り込むもので、これを512の測定周波数について行う。

以上のようにして求めた正常レベルが、人為的に生じさせた異常時に何倍になっているかを特定の着目周波数について調べることによって、異常レベルを求めるために上記正常レベルに乗じる定数 $n$ が決定される。

次に、第10図は異常診断を行うためのプログラムによるフローチャートを示す。このフローチャートでは、プログラムのスタートにより、診断すべき機械設備からピックアップした振動信号に

$$f_b = \frac{1}{2} \frac{D_2}{D_1} \left( 1 - \left( \frac{D_2}{D_1} \cos \alpha \right)^2 \right)$$

$$f_i = \frac{1}{2} f_0 \left( 1 + \frac{D_1}{D_2} \cos \alpha \right)$$

上式中、 $D_1$ は転動体の直径、 $D_2$ は軸受のピッチ円直径、 $\alpha$ は接触角であり、 $f_0$ 、 $Z$ 、 $D_1$ 、 $D_2$ 、 $\alpha$ をキーユニット10n中の $F_0$ 、 $Z$ 、 $D_1$ 、 $D_2$ 、 $\alpha$ キーによって予め入力させることにより特定の周波数が定まる。

上述の21の着目周波数は21ビットの各ビットの0、1によりその有無を示すことができるので、これを1/3 $f_0$ 側から8ビットづつに区切ることにより、24ビットを用いて各々16進で表わすことができる。例えば軸受偏心について示すと、20H、01、0となる。

上述した異常レベルを求めるには、機械設備が正常であるときの着目周波数におけるレベルを知る必要がある。第9図はこの正常レベルを決定するためのプログラムによるフローチャートを示す。プログラムのスタートにより、まず加速度の振幅

に基づいて得られる振動の加速度信号の振幅をまず測定して振動データを1024個取り込む。次に、取り込んだ振動データについて周波数分析を行い、これを6回実行した後、その加算したものを平均する。以上は正常レベルを求める第9図に示すフローチャートと同じである。

次に、ピーク値を有する周波数を検出し、その後該検出したピーク周波数のうち着目周波数に合致するものを検出する。続いて、着目周波数に合致したピーク周波数のレベルが異常レベルを越えているかどうかを判定して異常の判定を行う。このようにして得た異常レベルの周波数に基づいて、次に、異常項目の決定をパターン判定により行う。そして、異常項目を表示などによって知らせてプログラムの実行を終了する。

上記異常項目の決定を行うためには、上述の異常の判定によって得た21個の着目周波数についての異常の有無に関するデータが、予め用意してある異常パターンテーブル中のどれに合致しているかを調べればよい。しかし、上記データは複数

の異常項目についての情報を含む場合があり、このような場合データと異常パターンの対応ビットを対比したのでは異常項目をみつけることができない。

第11図は上述した異常項目の決定を行うためのプログラムによるフローチャートを示す。このフローチャートではまず、異常判定によって得たデータに、異常項目に対応して予め用意したマスクパターンテーブルから判定異常項目に対応して選んだマスクパターンでマスクをかける。今、測定パターンが〔00, 00, 7F〕<sub>8</sub>であるとする、この測定パターンにまず「不つりあい」なる異常項目用のマスクパターン〔00, 00, 3F〕<sub>8</sub>でマスクがかけられる。このマスク後の測定パターンは〔00, 00, 3F〕<sub>8</sub>となる。

その後、マスク側の測定パターンは対応する異常項目の異常パターンと合致しているかどうかの対比が行われる。上記「不つりあい」なる異常項目の異常パターンは〔00, 00, 34〕<sub>8</sub>、〔00, 00, 14〕<sub>8</sub>、〔00, 00, 24〕<sub>8</sub>、

って全てを終了する。勿論、上記異常項目の判定結果は必要に応じて記録として残すこともできる。

第12図は以上を要約した図面であり、ブロック内に示されたものはRAMに書込まれたデータである。

まずブロックI内のデータを用意し、その内の特定データを用いてブロックIIに示す着目周波数を計算により求めておく。このような状態で、サンプリング周波数3KHzで振幅測定を行い、それをアナログデジタル変換したものを1024個振動データとして収集する。この収集した振動データを周波数分析して512の周波数のパワースペクトルを得、以上を6回繰返し行い、その平均したものを得る。

このパワースペクトルからピーク周波数を検出し、検出したピーク周波数から着目周波数の所定幅内に入るものを得る。そして更に、異常レベルを越えるものを得、これを測定パターンとする。その後、測定パターンにマスクをかけたものを得、これと異常パターンを比較し、異常の項目の有無

〔00, 00, 04〕<sub>8</sub>の4つあり、この各々が〔00, 00, 3F〕<sub>8</sub>と対比される。

続いて、対比の結果がどうであったかの判定が行われる。上記の例ではNOであり、この場合には、それが判定すべき最終異常項目であるかどうかの判定が行われる。上記の例ではNOであり、この場合は次の異常項目に進み、上述と同様にマスクがかけられ、その後異常パターンとの対比が行われる。以上の処理を順次行い、上記測定パターンに「軸受偏心」なる異常項目のマスクパターン〔00, 01, 30〕<sub>8</sub>をかけたとき、マスク後に〔00, 00, 30〕<sub>8</sub>なるパターンが得られる。これを軸受偏心異常パターンと対比すると合致するものがあり、後ってこの合致した異常項目をRAMに記憶する。最後に、上記測定パターンにはこの軸受偏心の他にピークがあるので、その他異常があるとの記憶も行う。

上記異常項目の記憶後は、それが判定すべき最終項目であるかどうかの判断を行い、YESであれば、次に記憶した異常項目についての表示を行

を判定する。このマスクと異常項目の判定を全ての項目について順次繰返し行い、その結果を異常メッセージとして出力するものである。

〔効果〕

以上説明した本発明による装置では、小型で携帯可能な大きさに構成できると共に、機械設備の異常の有無だけでなく異常項目の判定をも行うことができ、従来のものに比べ機械設備の開発、保守管理に有効に利用することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明による装置の基本構成を示すブロック図、第2図は本発明の一実施例による装置を用いた機械設備異常診断システムの構成図、第3図は第2図示の装置のパネル面の一例を示す平面図、第4図は第1図示の装置内の電気回路構成を示すブロック図、第5図は第4図中のCPUが行う仕事を示すゼネラルフローチャート図、第6図はCPUによる処理過程のデータを示す図、第7図及び第8図は回転機構の異なる異常状態についての異常パターンを示す図、第9図は正常レベ

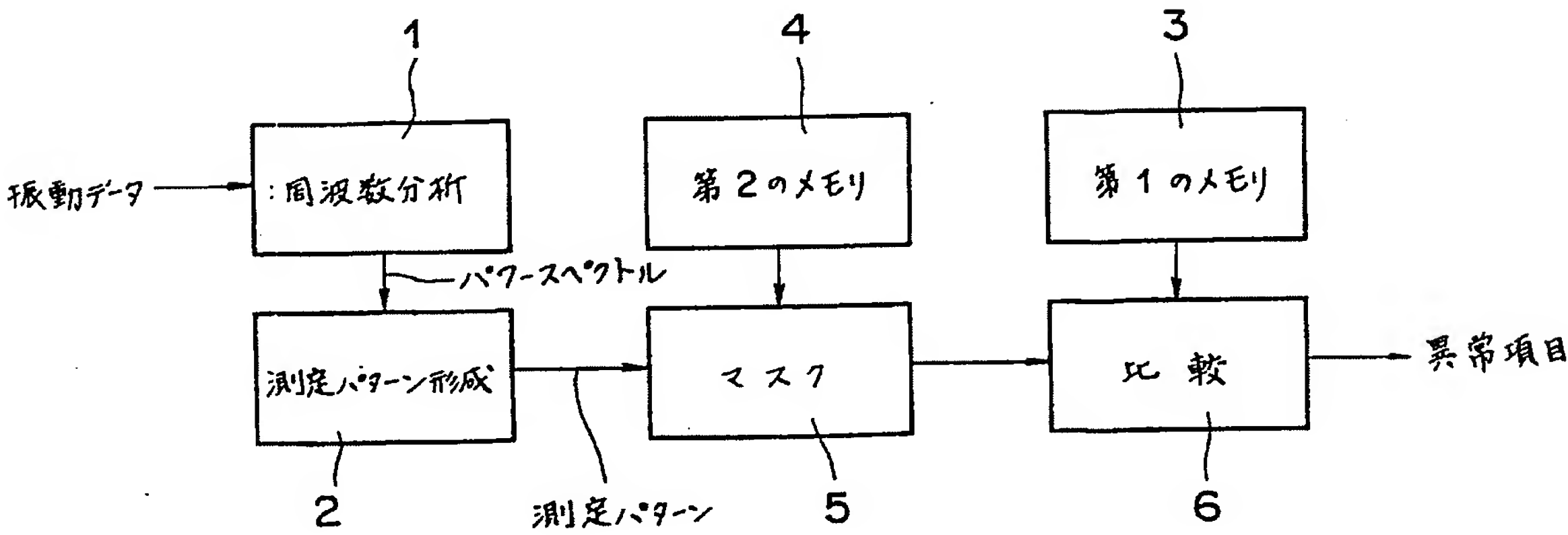
ルデータを収集するためのフローチャート図、第10図は測定パターンを得るためのフローチャート図、第11図は異常項目の決定のためのフローチャート図、及び第12図は第4図中のメモリ装置に記憶されるデータを要約して示す説明図である。

1…周波数分析手段、2…測定パターン形成手段、3…第1のメモリ手段、4…第2のメモリ手段、5…マスク手段、6…比較手段。

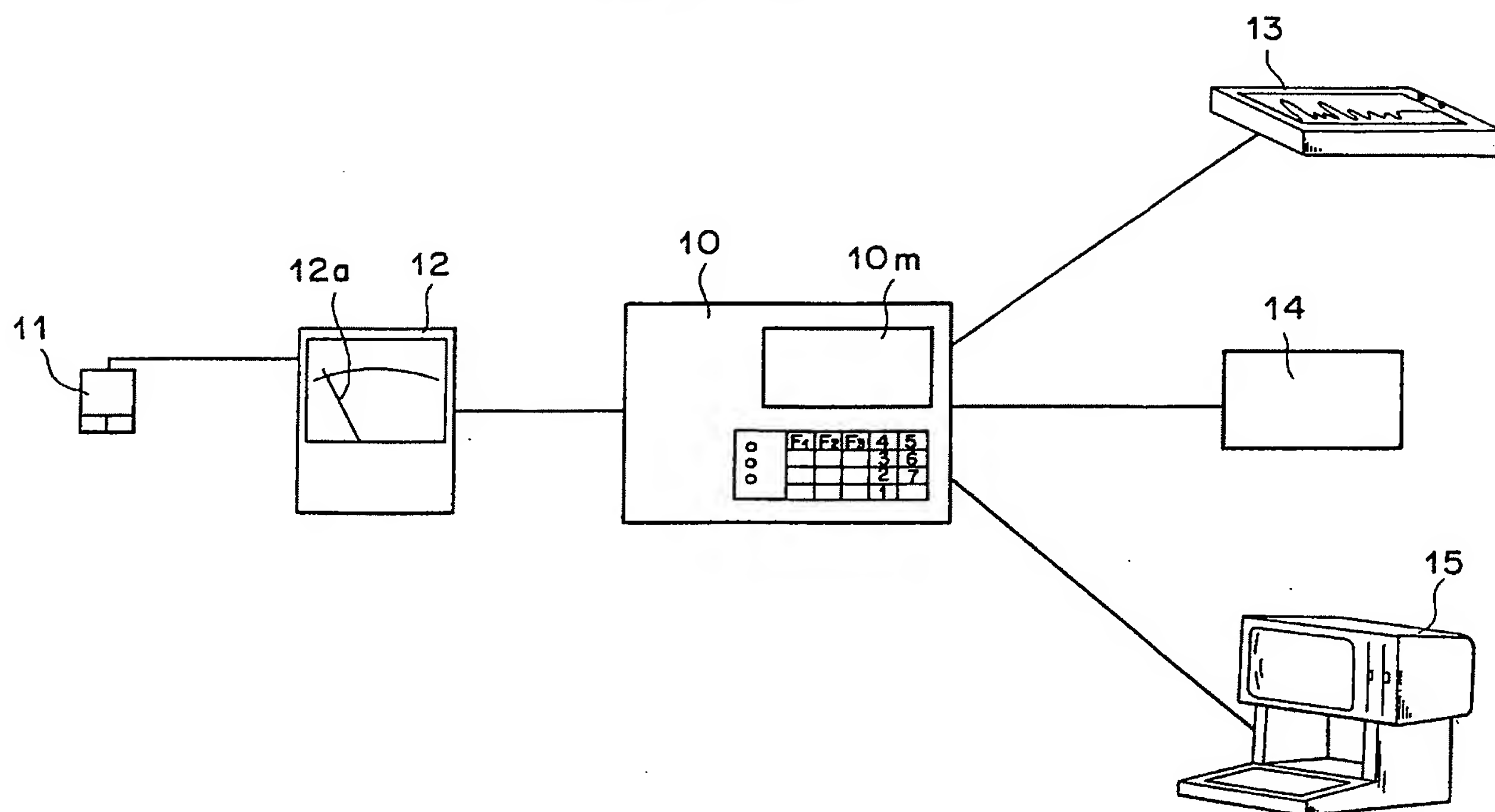
特許出願人 日本専売公社

指定代理人 日本専売公社研究開発部長  
中 山 福 澄 哲

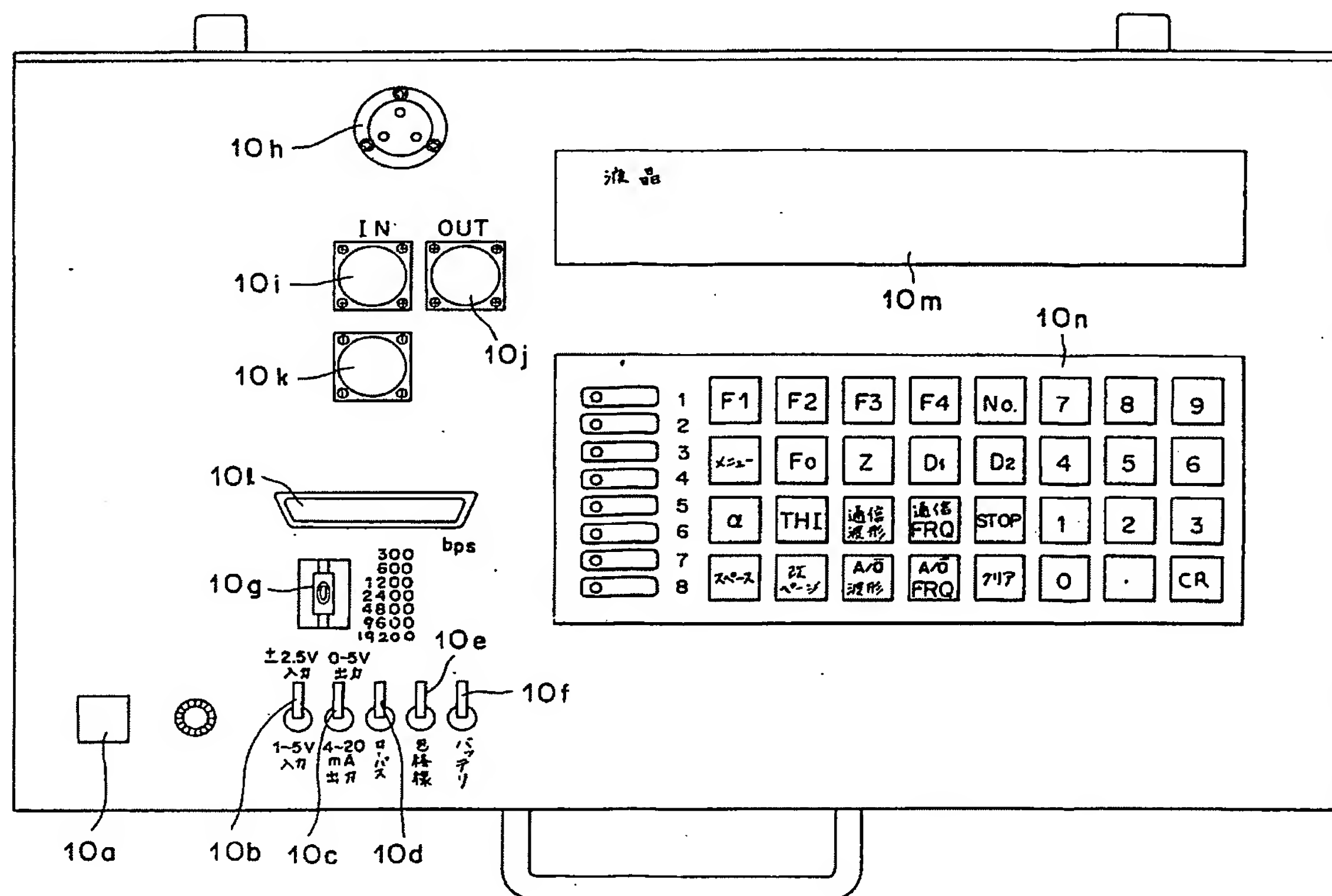
第 1 図



## 第 2 圖

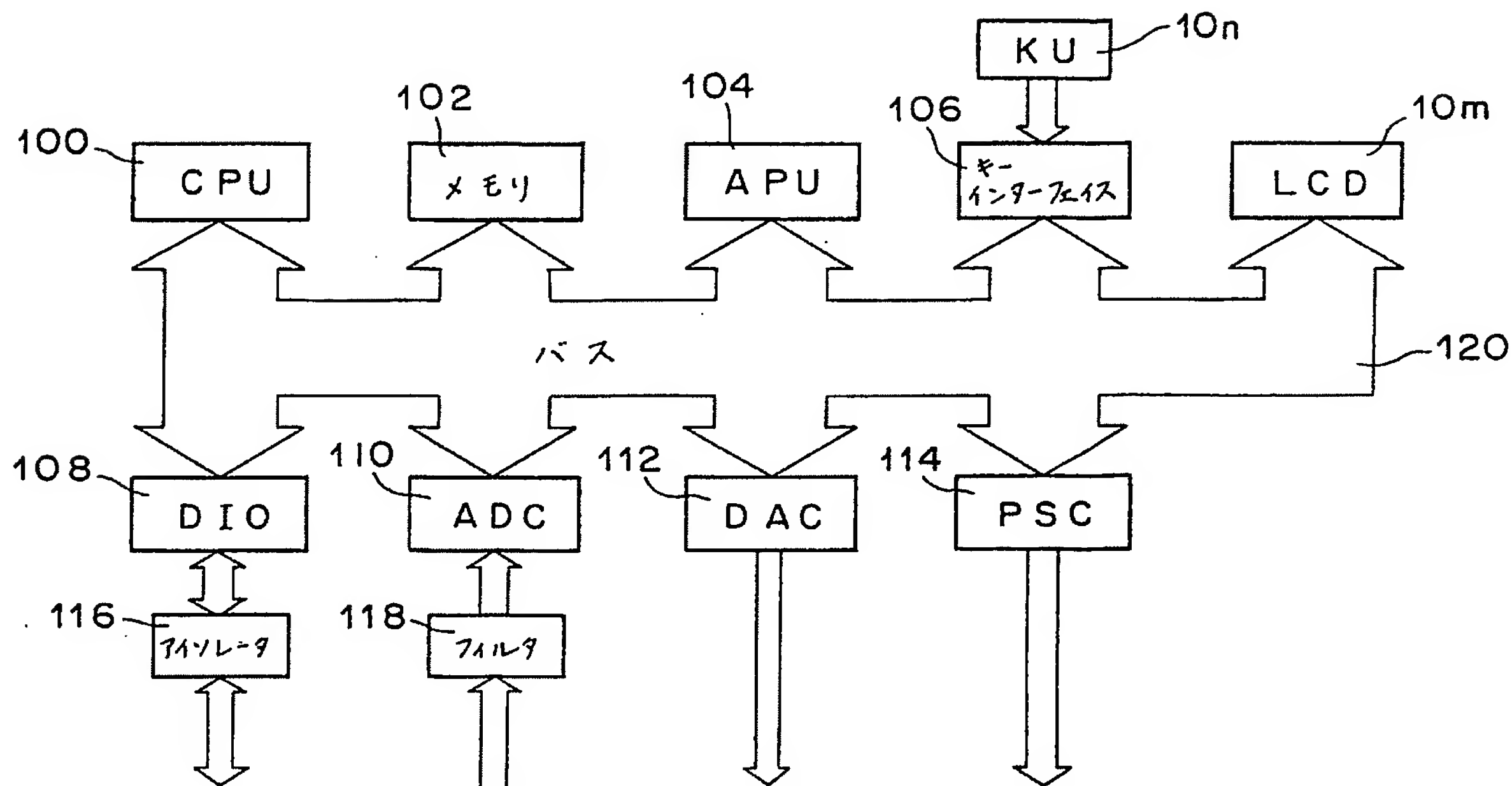


### 第 3 圖

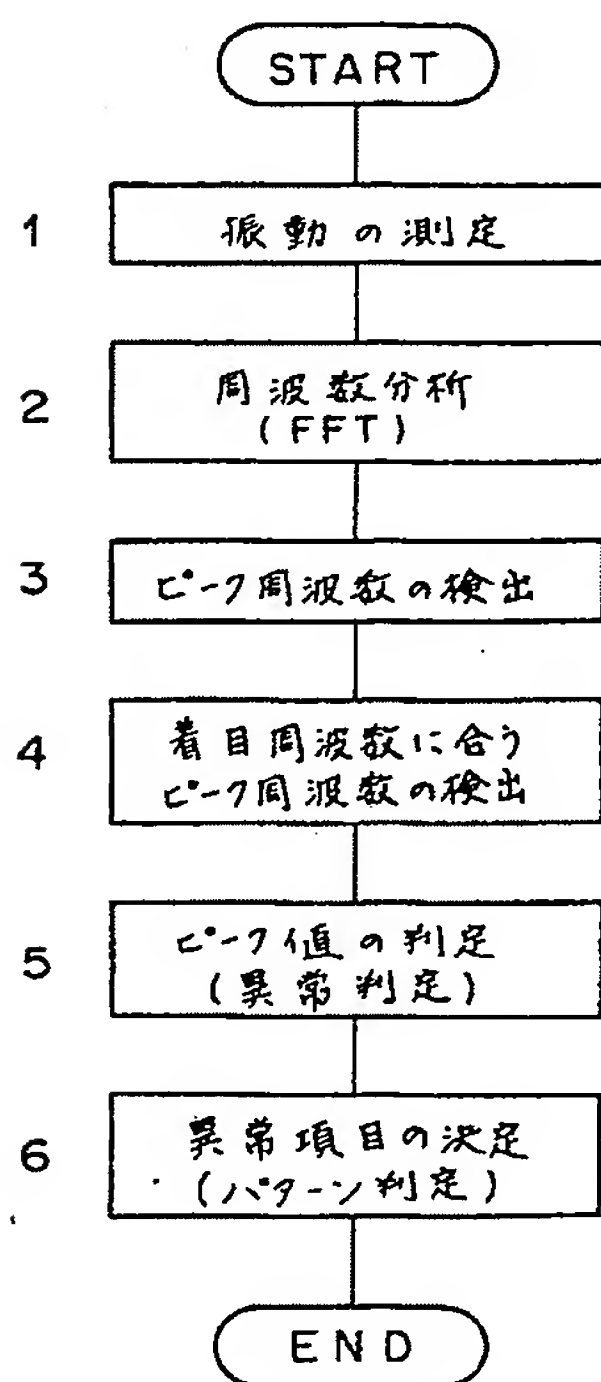




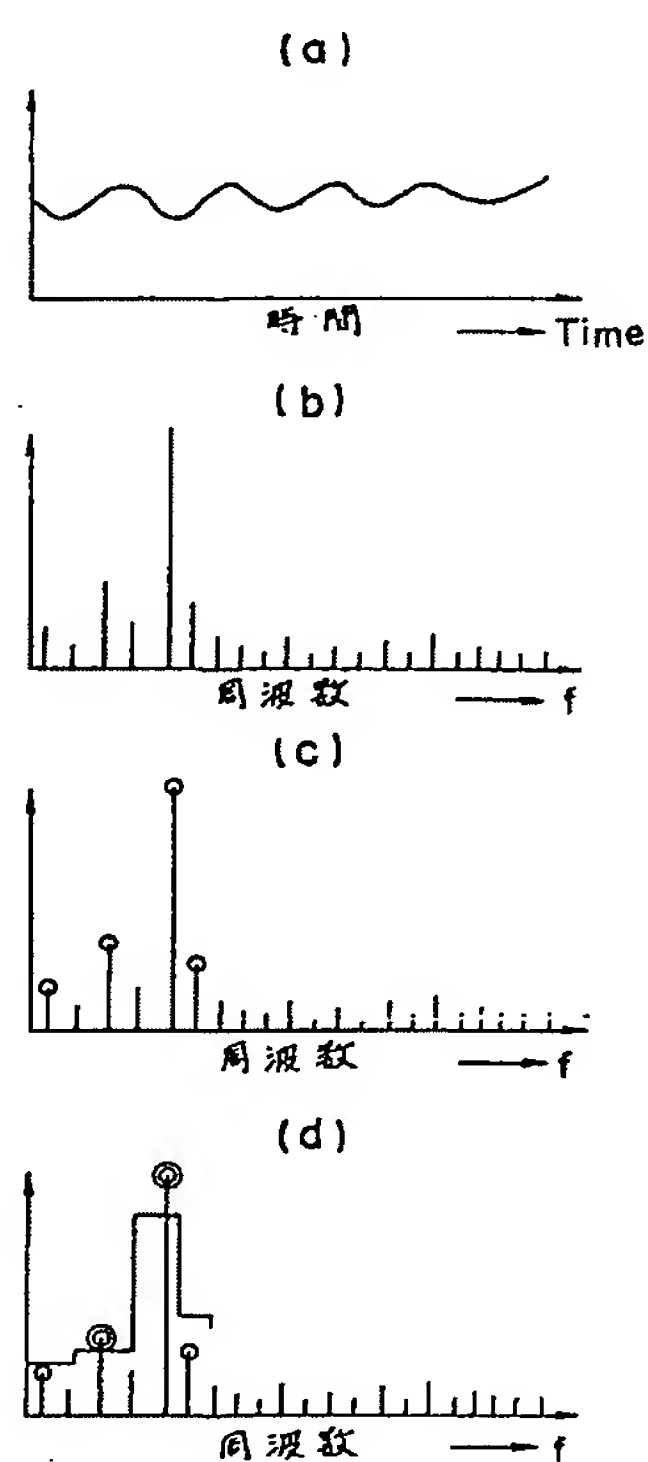
第 4 図



第 5 図



第 6 図



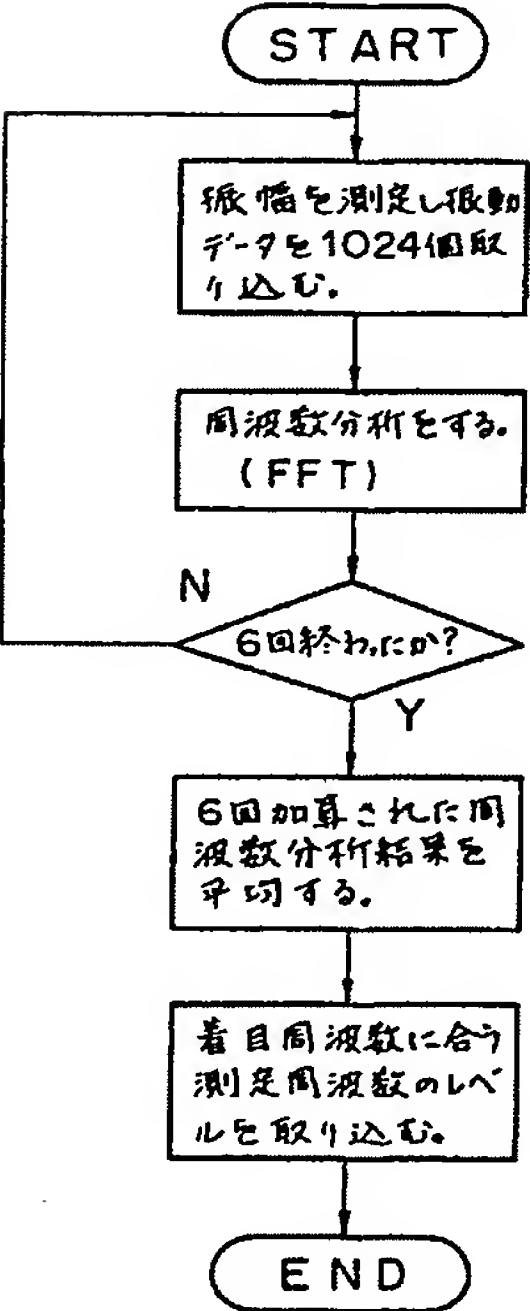
第 7 図

項 目	周 波 数																				
	$\frac{1}{3}f_o$	$\frac{1}{2}f_o$	$f_o$	$2f_o$	$3f_o$	$4f_o$	$5f_o$	$6f_o$	$7f_o$	$5zfc$	$7zfc$	$8zfc$	$5zfi$	$5zfi-f_o$	$5zfi+f_o$	$4fb$	$6fb$	$8fb$	$f_o+zfi$	$f_o+2zfi$	$f_o+3zfi$
不 釣り 合い			○		○	○															
			○		○																
			○			○															
			○																		
軸 曲 が り			○			○															
			○			○															
V ベ ル ト ゆ る み 過 ぎ			○	○	○																
			○	○																	
			○		○																
				○	○																
			○		○																
				○																	
ミ ス ア ラ イ メ ン ト			○	○																	
軸 受 ボ ル ト の ゆ る み	○	○	○																		
	○	○																			

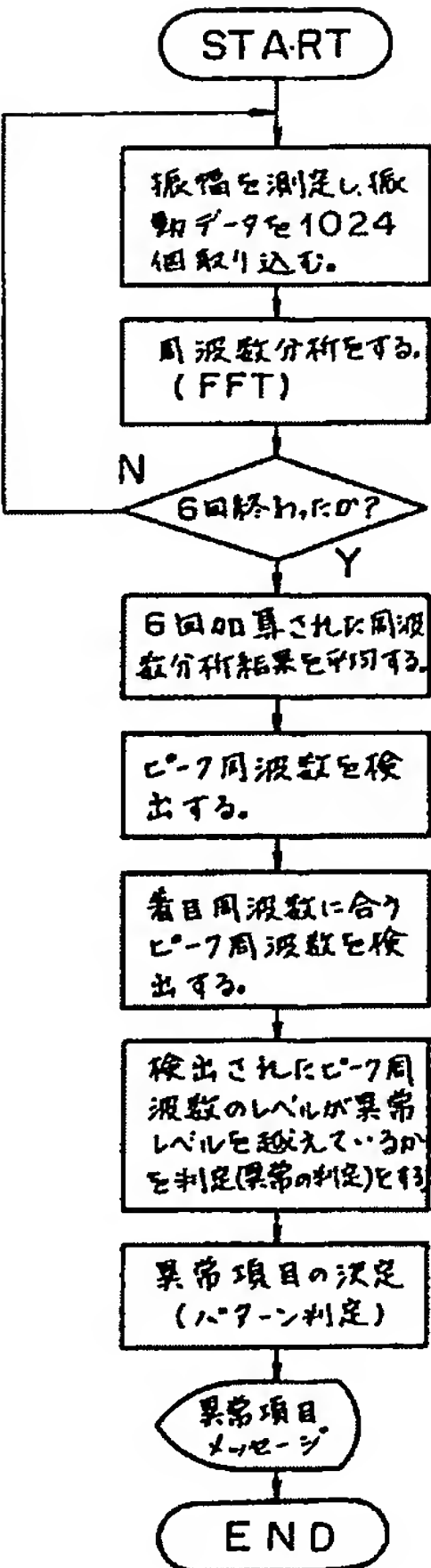
第 8 図

項 目	周 波 数																				
	$\frac{1}{3}fo$	$\frac{1}{2}fo$	fo	2fo	3fo	4fo	5fo	6fo	7fo	5zfc	7zfc	8zfc	5zfi	5zfi-fo	5zfi+fo	4fb	6fb	8fb	fo+2fi	fo+2zfi	fo+3zfi
外 輪 傷										○	○	○									
										○	○										
										○		○									
											○	○									
内 輪 傷													○	○	○						
													○	○							
													○		○						
														○	○						
転動体傷																○	○	○			
																○	○				
																○		○			
																	○	○			
内輪割り																			○		
																				○	
																					○
軸受偏心					○	○			○												
					○	○															
					○				○												
						○			○												

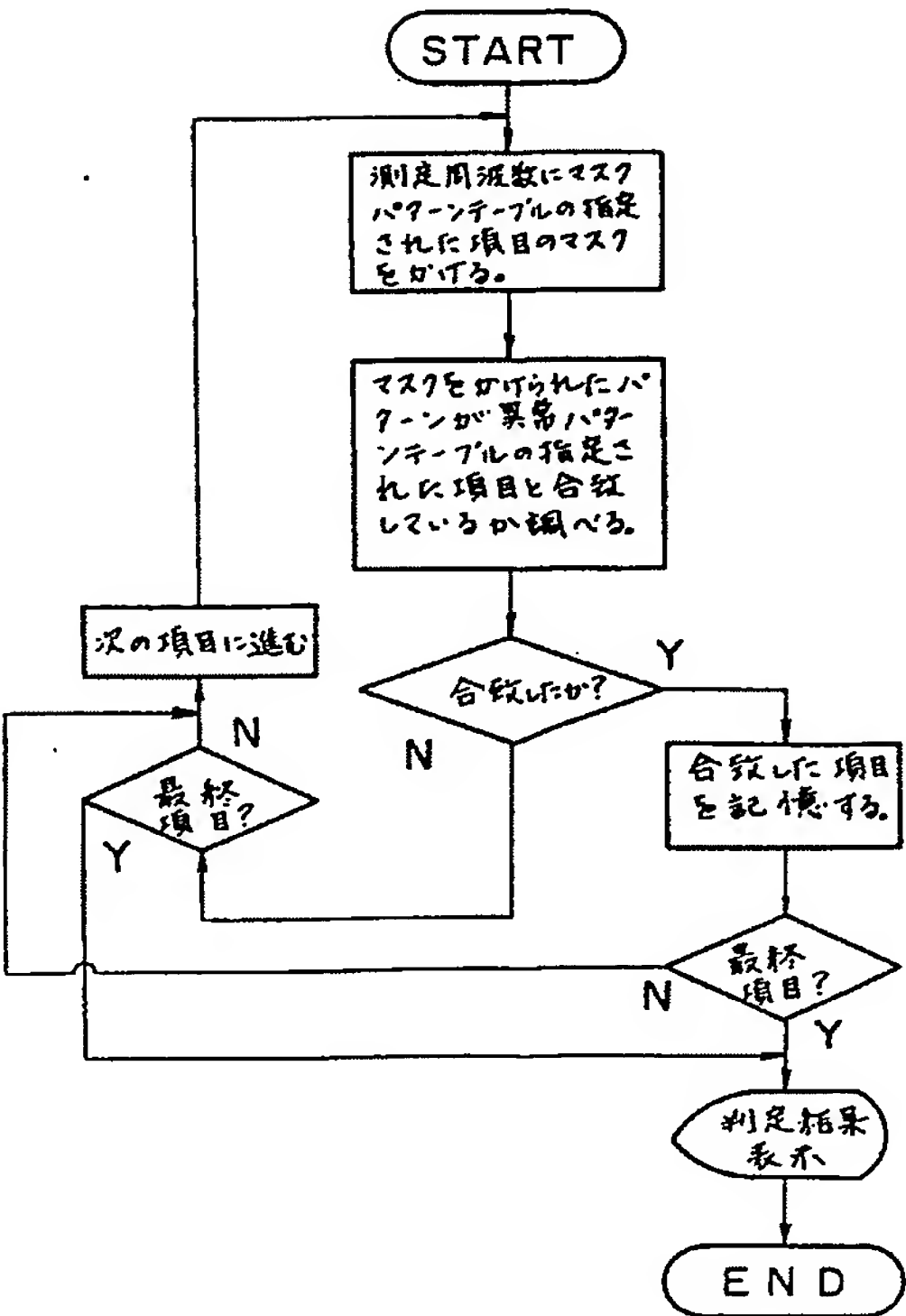
第 9 図



第 10 図



第 11 図



## 第 12 図

